

Puertas Resistentes al Fuego

*Por: Ing. Geraldine Charreau
INTI-Construcciones
U.T. Tecnología en Incendios*



Porqué se necesitan/solicitan puertas resistentes al fuego?

Las puertas resistentes al fuego se requieren en los reglamentos (Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Códigos de Edificación) como parte de la compartimentación necesaria en las edificaciones e efectos de conformar diferentes sectores de incendios. Esta sectorización es lo que permite limitar o confinar el posible incendio al recinto de origen.

En el país, la construcción tradicional de hormigón y mampostería tiene, en líneas generales, y si está construido de acuerdo a las reglas del arte, un nivel mínimo de resistencia al fuego (que puede mejorarse). Pero el punto claramente débil en cuanto la compartimentación se va a producir en los cerramientos, que deben ser especialmente diseñados para resultar resistentes al fuego.

Qué es un elemento resistente al fuego?

Cuando hablamos de un elemento constructivo resistente al fuego, nos referimos a un elemento constructivo que es capaz de seguir cumpliendo la función para la cual fue diseñado/pensado en la obra, aún en situación de incendio durante un tiempo determinado.

Hay elementos constructivos que cumplen una función portante (por ej. columnas, vigas), otros una función de sectorización (por ej. tabiques, puertas) y otros que cumplen ambas funciones (por ej. muro portante, losa)

Los elementos que cumplen una función portante o de transmisión de una carga, serán resistentes al fuego si son capaces de seguir soportando/transmitiendo esa carga aún en condiciones de incendio dadas.

Los elementos de sectorización serán resistentes al fuego si siguen cumpliendo la función de separar o sectorizar los 2 ambientes aún en caso de que se desarrolle un incendio en uno de estos recintos. La idea es que el elemento resistente al fuego sea capaz de retener el incendio en el compartimento en que se originó evitando la propagación del incendio al ambiente contiguo.

Los elementos que cumplen las funciones de sectorización y de soporte de carga serán resistentes al fuego en la medida que sean capaces de seguir soportando la carga de diseño y además seguir sectorizando los ambientes (evitando la propagación del incendio de un ambiente al otro) en las condiciones de incendio dadas.

Los elementos resistentes al fuego se denominan como “FR TT” donde TT representa el tiempo en minutos durante el cual el elemento cumple las propiedades que definen la resistencia al fuego en condiciones simuladas de incendio.

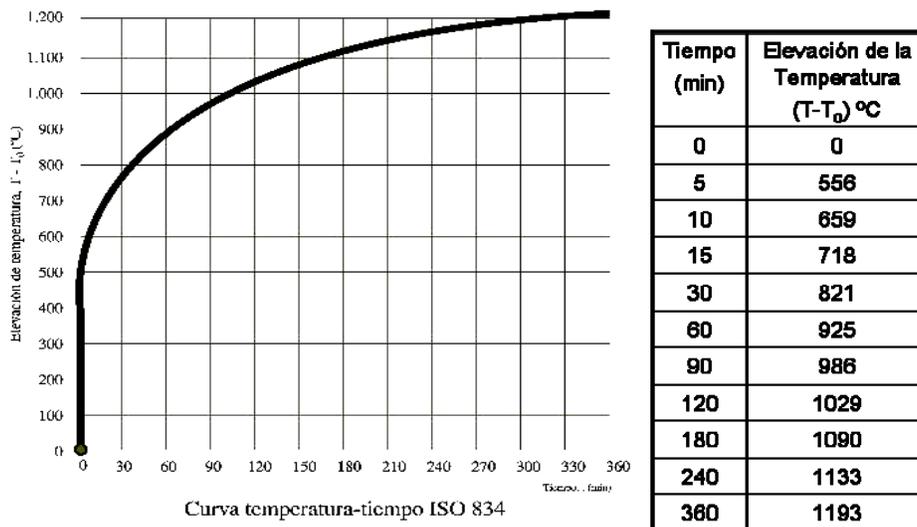
Por ej. una puerta se dice FR60 si es capaz de retener el incendio simulado (normalizado) en la habitación de origen, evitando la propagación a la habitación contigua.

Las condiciones de incendio a las que se pueda exponer la puerta son infinitas, ya que están determinadas entre otras cosas por: la carga de fuego combustible en la habitación, la ubicación y el estado de agregación de los combustibles, las condiciones de ventilación del local, la geometría del mismo, etc.)

A los efectos de caracterizar y comparar los elementos constructivos, se toma, para la evaluación en el laboratorio una curva normalizada (generalizada a nivel mundial) representativa de un posible incendio real, que indica el crecimiento de la temperatura del recinto en función del tiempo.

El elemento constructivo se somete entonces a estas condiciones de incendio, intentando siempre realizar la evaluación a escala real (tamaño real que el elemento tendrá en la obra) y tratando de representar las mismas condiciones de sujeción y de carga que tendrá el elemento en la situación real. Es decir, en la evaluación de laboratorio se intentará reproducir lo más fielmente posible la condición en la que el elemento constructivo (puerta en este caso) será encontrado en la obra.

La función que describe la curva es: $T = T_0 + 345 \log (8t + 1)$



Esta curva, no pretende representar el desarrollo de un incendio desde su estadio inicial (cuando se genera un foco de fuego). La curva representa el escenario de fuego que se corresponde con el incendio generalizado en un recinto (post flashover). Por eso, el crecimiento de la temperatura del recinto es tan rápido.

Desde este estadio y en adelante, ya no es posible la vida humana en el recinto. Para el caso de evaluación de una puerta, lo que se va a pretender es que sea capaz de retener el incendio en el interior del recinto incendiado evitando la propagación al recinto contiguo. Pero en ningún caso interesará que la puerta tenga algún nivel de funcionalidad posterior (que se pueda abrir por ej.)

Para poder realizar esta simulación de un incendio real se necesita un equipamiento complejo, un gran horno de simulación.

La puerta a evaluar se monta en un muro auxiliar (usualmente de mampostería) reproduciendo las condiciones de montaje, sujeción y de carga que tendría en la obra real. Este montaje se realiza en el laboratorio sobre un marco metálico portaprobeta.

El conjunto obra auxiliar-puerta se deja estabilizar unos días (10 días generalmente). Después de esos días, el fabricante procede a realizar los ajustes de la puerta para dejarla en condiciones de funcionamiento como lo haría en la obra, y se puede proceder después a la realización del ensayo.

Para eso el conjunto marco-muro- puerta se ubica en la boca del horno, conformando el recinto de incendio. De manera que una cara de la puerta quedará expuesta al fuego y la otra cara quedará al ambiente del laboratorio. Sobre esta cara se realizarán todas las evaluaciones referidas a los parámetros que definen la resistencia al fuego.



Pero, ***Cuáles son los parámetros que definen que la puerta efectivamente retiene el incendio a un lado o lo que quiere ser lo mismo, que sea resistente al fuego?***

Los parámetros son 4:

- ***Estabilidad.*** Esto implica que la puerta permanezca en la posición cerrada original, que no se abra, que no se desprenda de las bisagras y caiga, etc.)

- ***Estanqueidad al pasaje de llamas y/o gases calientes.*** Es decir, que la puerta entre las juntas hoja/marco o en fisuras o aperturas que se puedan generar en el proceso de la simulación del incendio, no permita el pasaje de llamas o de gases calientes a través de la misma que sean capaces de encender algún material próximo a la puerta que se encuentre en el ambiente contiguo favoreciendo la propagación del incendio al mismo)

- ***No emisión de gases inflamables.*** Esto implica que, por la cara no expuesta al incendio, la puerta no desprenda gases (fríos o calientes) que

puedan encenderse fácilmente y que puedan producir de esta manera la propagación del incendio. (Este encendido podría producirse por ej, si los gases emitidos por la puerta se acumulan en la habitación contigua y alguien entrar a esa habitación con una pequeña llama abierta o quizá simplemente con el simple accionamiento de la tecla de encendido de la luz)

- **Aislación térmica.** Esto implica que la puerta tenga una cierta capacidad aislante mínima que evite que la radiación que pueda emitir sobre los materiales próximos en la habitación contigua puedan iniciar su autocombustión.

Cómo se miden/evalúan estos parámetros?

- **Estabilidad.** Visualmente (que la puerta no se abra, que no se desprenda la hoja).
- **Estanqueidad al pasaje de llamas y/o gases calientes.** Mediante un pad o trozo de algodón normalizado (limpio, seco, con un peso y humedad controlados) que se acerca a las grietas/fisuras o juntas generadas en la puerta y que sirve para poner en evidencia la presencia de llamas o gases muy calientes que puedan encenderlo. El pad de algodón no toca la superficie de la puerta sino que siempre se mantiene a una pequeña distancia (2 cm). Si el pad de algodón se enciende o se consume se considera que hay pérdida de estanqueidad. También se consideraría falla de estanqueidad si aparecieran llamas espontáneamente en la cara no expuesta y permanecieran encendidas por más de 20 segundos.
- **No emisión de gases inflamables.** Mediante una pequeña llama piloto que se acerca a los gases que se desprenden de la puerta. Si los gases se encienden y permanecen encendidos por más de 20 segundos se considera que ha habido falla por emisión de gases inflamables.
- **Aislación térmica.** Se avalúa la temperatura en la cara no expuesta de la puerta. Se establece un límite a la temperatura promedio ($140\text{ }^{\circ}\text{C} + \text{Temp. ambiente}$) y a la temperatura puntual máxima ($180\text{ }^{\circ}\text{C} + \text{Temp. ambiente}$) que puede alcanzar la puerta en la cara no expuesta al fuego. Para eso se utilizan sensores de temperatura (termopares) que se ubican sobre la superficie de la puerta de acuerdo a lo indicado por la norma de ensayo.

Cómo se construye una puerta resistente al fuego?

No existen normas o especificaciones técnicas que indiquen cómo fabricar una puerta para que la misma tenga una resistencia al fuego determinada.

Para construir una puerta resistente al fuego son tan determinantes el diseño como los materiales empleados.

La realidad muestra que es posible construir una puerta con una resistencia al fuego dada (por ej. FR 60) de muchas maneras diferentes. Se pueden utilizar diseños diferentes y materiales diferentes.

El diseño define el tamaño (luz de paso libre), nº de hojas (1 ó 2), forma y nº de los contactos entre la hoja y el marco (simple, doble o triple), nº y tipo de herrajes (con pestillo/s, pernos pasantes, de contacto simple, etc., con manija de accionamiento, con barral antipánico, con cierrapuertas, etc.)

En cuanto a los materiales utilizados, se puede distinguir entre materiales de vista exterior (comúnmente chapa de acero y madera) y de relleno interior (materiales a granel, lanas/mantas aislantes, placas, combinaciones de ellos etc.)

La puerta resistente al fuego se consigue en un punto de equilibrio entre el diseño y los materiales empleados. Ese punto debe encontrarlo el fabricante de acuerdo al tipo de producto que desea poner en el mercado, atendiendo a las necesidades y gustos del potencial cliente.

Cómo y cuándo podemos definir/decir que una puerta es resistente al fuego?

Existen normas para la evaluación y determinación de la resistencia al fuego.

En el país tenemos 3 Normas que aplican sobre la evaluación y clasificación de las puertas:

La Norma IRAM 11949, indica los criterios de evaluación (posibles clasificaciones de los elementos y los tiempos nominales correspondientes)

La Norma IRAM 11950, indica los requisitos generales para las evaluaciones de elementos resistentes al fuego (equipamiento requerido y las características del incendio simulado)

La Norma IRAM 11951, indica el procedimiento específico para la evaluación de puertas y elementos de cierre (procedimiento y criterios para el amure, ubicación de termopares para evaluación de temperatura superficial, etc.)

Una vez que el fabricante ha analizado y desarrollado un modelo de puerta es necesario someterlo a la prueba de laboratorio a efectos de determinar fehacientemente que resistencia al fuego posee. Es recién después del ensayo a escala real en el laboratorio cuando podemos decir que una puerta es resistente al fuego.

El resultado de esa evaluación puede permitir dar a la puerta la clasificación buscada o ser el medio indispensable para realizar ajustes, cambios, mejoras sobre el producto original. Por eso, los ensayos de resistencia al fuego habitualmente son presenciados por los fabricantes que los solicitan. Esto le permite al fabricante, con la colaboración de los técnicos del laboratorio analizar el comportamiento del prototipo y delinear las mejoras necesarias.

Es importante destacar que la clasificación obtenida por la puerta alcanza estrictamente al prototipo ensayado.

No obstante esto, se asume (a la fecha, en el país) que una vez aprobado el prototipo en el laboratorio, la producción que se realice idéntica al prototipo, bajo responsabilidad del fabricante, estará respaldada por el ensayo realizado.

Como se aclaró anteriormente, esta es la realidad a la fecha.

En el futuro, el nuevo Código de Edificación, actualmente en espera de aprobación por la legislatura, pero ya consensuado entre las instituciones técnicas participantes de su redacción, exige la certificación obligatoria de las puertas resistentes al fuego así como de otros productos vinculados a la seguridad contra incendios.

Si bien habrá que definir exactamente qué modelo de certificación se exigirá, seguramente requiera la implementación de un sistema de calidad en la planta de la empresa fabricante e involucrará la realización de ensayos de laboratorio

sobre muestras extraídas al azar en planta y/o en el mercado para la evaluación y seguimiento de la calidad de la fabricación, una vez que al fabricante hay logrado el desarrollo del producto que desea ofrecer en el mercado.

Existen algunas pautas generales a tener en cuenta para el desarrollo/fabricación de las puertas resistentes al fuego?

Las pautas para el diseño surgen de la definición de puerta resistente al fuego y del análisis del procedimiento de evaluación indicado en la Norma de evaluación (IRAM 11951)

Hay algunas definiciones elementales que deben tomarse cuando se va a encarar el desarrollo de una puerta resistente al fuego como son: nº de hojas (una o dos, o varias plegables o corredizas), material de vista o exterior, material del marco, material de la estructura de la hoja, material de relleno o aislación, si va a poseer visores o partes vidriadas o si será hoja ciega.

Como ***características generales a considerar de acuerdo al material constitutivo*** principal de la puerta se tiene que:

- Las puertas de madera poseen: bajo coeficiente de transmisión de calor, bajo coeficiente de dilatación térmica, emisión de gases inflamables al ser calentada
- Las puertas de metal poseen: elevado coeficiente de transmisión térmica, elevada dilatación térmica

Un tema importante a cuidar es el tema de los ***puentes térmicos***.

Hay que evitar la existencia de vínculos entre una cara y otra de la puerta, ya que esos vínculos constituirán puentes de pasaje de temperatura desde la cara expuesta al fuego hacia la cara no expuesta al fuego.

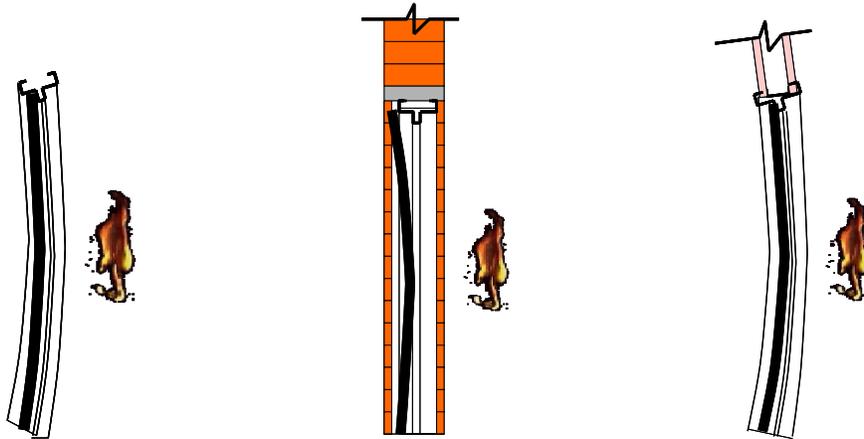
Dado que la condición de aislación térmica indica valores límites de temperatura promedio y puntal relativamente bajos frente a las temperaturas del ambiente del incendio es preciso considerar una adecuada aislación térmica entre ambas caras.

Otro tema importante vinculado a lo anterior es el tema de la continuidad de la ***aislación térmica interior***. En caso de que la puerta posea un material aislante interior (diferente del estructural de la puerta), la continuidad del mismo en toda la superficie de la hoja garantiza que no existan filtraciones puntuales de temperaturas que sí podrían existir si esa aislación no fuera continua o pareja en toda la hoja.

Cuando una puerta esté sometida a la temperatura de un incendio por una de sus caras se producirán ***dilataciones, deformaciones y tensiones asociadas***:

- Dilatación de la cara caliente en caso de que la puerta sea metálica. En el caso de las puertas de madera, son muy estables, poseen una deformación casi insignificante y en todo caso la deformación asociada está vinculada a la carbonización y es una contracción.
- Deformación diferencial hoja/marco (propia de los materiales y además dependiente de la flexibilidad de la obra soporte sobre la cual está amurada la puerta)

Por ej, analizando la deformación para el caso de una puerta de hoja y marco metálicos:



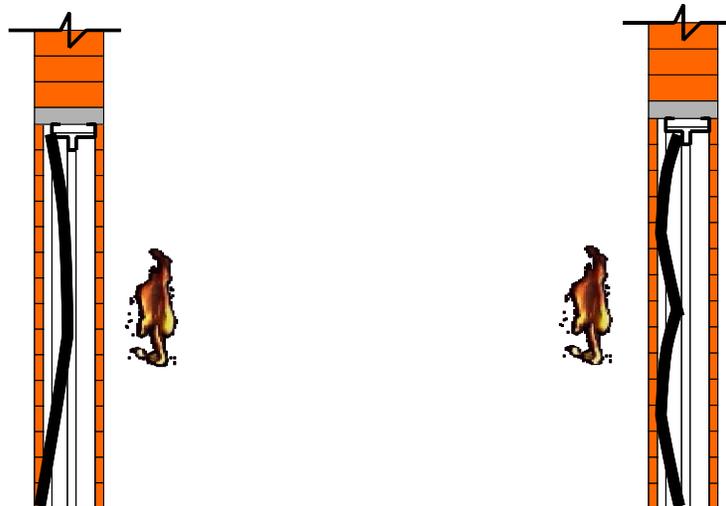
Puerta aislada
(conjunto hoja/marco
metálico)

Puerta en obra rígida

Puerta en obra flexible

- Deformaciones y tensiones asociadas a cuál sea la cara de la puerta que se esté calentando, debido a la condición de asimetría que presentan las puertas en lo que se refiere a sus contactos.

Por ej., suponiendo una puerta que tenga una sujeción de pestillo a media altura, considerando un conjunto hoja/marco metálicos, las deformaciones producidas con el incendio actuando a uno u otro lado de la puerta serían del tipo:



En el primer caso, la hoja podrá dilatar libremente produciendo una deformación diferencial entre la hoja/marco a nivel superior e inferior que podrían llegar a ser zonas críticas para el cumplimiento de la propiedad de la estanqueidad.

En el segundo caso, el contacto perimetral de la hoja con el marco hace que la hoja no pueda dilatar libremente. Por otro lado, existe un punto a la altura del pestillo que genera un vínculo entre hoja y marco y evita que en la zona central se produzca una deformación natural. De acuerdo al nivel de tensión que se genere ese punto de sujeción se mantendrá o se producirá la apertura de la puerta por el salto del pestillo.

Esta falla no indica necesariamente que el problema sea el herraje, sino que la puerta puede estar inadecuadamente diseñada, por ej. por un espesor inadecuado de la chapa que al calentarse genere deformaciones y tensiones excesivas.

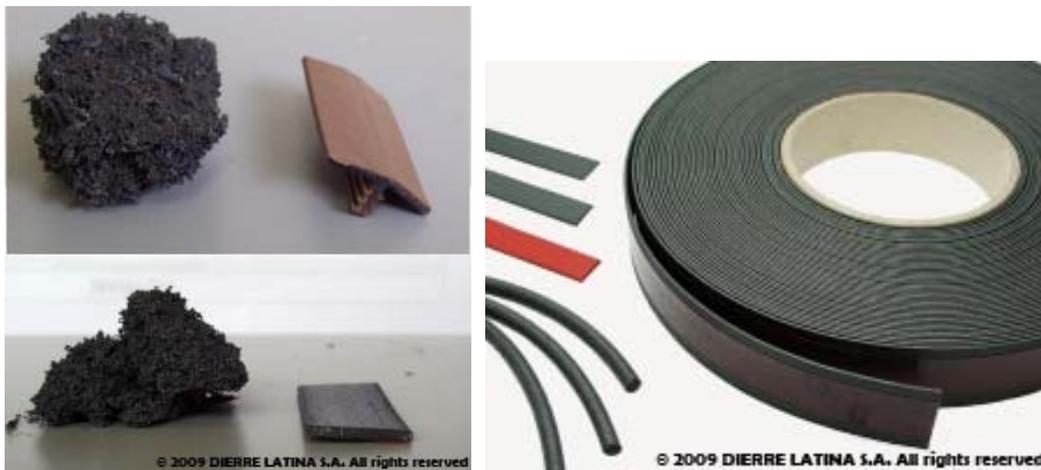
Otro tema importante a considerar es el **nº y forma de los contactos hoja marco**.

La mayor superficie de contacto entre hoja y marco es positiva a los efectos de la resistencia al fuego ya que cuando se produzcan las inevitables deformaciones diferenciales habrá más posibilidad de que el contacto entre ambos no se pierda y de esa manera la estanqueidad quede garantizada, dificultando la salida de llamas y/o el pasaje de los gases clientes.

Además, un mayor número de contactos puede darle una mayor rigidez a la hoja y dificultar y ayudar a enfriar los gases que salen hacia el exterior.

Un tema vinculado al anterior es el asociado al **uso de burletes intumescentes**.

Los burletes intumescentes son burletes compuestos de un material que al contacto con la temperatura se activan multiplicando su volumen lo cual permite el cierre de aberturas o deformaciones diferenciales entre las superficies donde está interpuesto. Estos burletes una vez activados (a aprox. 150°C), no poseen una resistencia mecánica considerable, son una especie de espuma carbonosa que manteniéndose en el lugar evita o dificulta el pasaje de gases y llamas dentro de ciertos límites. (Ver foto)



Son comúnmente burletes planos, adhesivos que se ubican en el perímetro de la hoja y/o marco.

El uso de los burletes intumescentes está recomendado para las puertas resistentes al fuego, aunque no es una condición indispensable.

Qué otros factores pueden influir en el diseño/desarrollo de las puertas?

La definición del destino que va a tener la puerta en la obra también afecta el diseño que se haga de la misma.

Por ej. una puerta destinada a caja de escalera debe disponer de un herraje adecuado: barral antipánico o pestillo redondo. No puede tener un pestillo común accionado por manija ya que en caso de evacuación la misma debe poder abrirse rápidamente sin requerir un accionamiento particular.

Además en estos casos las puertas también están dotadas de cierrapuertas hidráulico que garantice que la misma se cierre sola manteniendo la sectorización para la cual ha sido ubicada en ese lugar.

En estos casos, la puerta no puede tener un marco perimetral que posea umbral ya que puede ser peligroso para la evacuación en situación de pánico favoreciendo la caída de las personas que circulen por ella.

Otras puertas por ej. a ser destinadas a ingreso de vivienda (departamento) requieren un aspecto exterior acabado y fino que otro uso no lo requiere (puerta de sectorización industrial o de caja de escalera)

Qué variaciones se pueden realizar sobre el modelo evaluado y clasificado?

La única variación posible sobre el prototipo evaluado es disminuir las luces de paso, manteniendo todas las demás características del prototipo iguales.

El incremento de las luces de paso no está permitido bajo ningún concepto ya que mayores dimensiones van asociadas a mayores deformaciones y éstas directamente asociadas a la posible pérdida de estanqueidad.

Tampoco es posible modificar o cambiar los herrajes y/o puntos de contacto hoja/marco. Esto va asociado a la estabilidad mecánica de la puerta y también a la estanqueidad de la misma.

Qué cuidados / consideraciones se deben tener al proveer y/o comprar puertas resistentes al fuego?

A los fabricantes, solicitamos que en el remito de entrega de las puertas incluyan la leyenda: *“Las puertas suministradas fueron construidas de la misma manera que el prototipo ensayado en el INTI según Orden de Trabajo N°101/XXXXX y que clasificaran como FR TT”*

A los usuarios finales/profesionales responsables de la obra, deben solicitar al fabricante la copia del informe técnico correspondiente que avaló la fabricación de las puertas y verificar mínimamente que las características que constan en el informe técnico (luz de paso cubierta, material de vista exterior, tipos de herrajes, ect,) sean coincidentes con las de las puertas suministradas.

Qué apoyo brinda el INTI al usuario final/ profesionales responsables de la obra?

El INTI brinda la posibilidad (sin costo alguno) de que el usuario final/profesional responsable chequee la autenticidad y validez de los informes técnicos suministrados por la empresa proveedora.

También puede realizar una certificación del lote entregado en obra por inspección visual chequeando la coincidencia con la memoria técnica descriptiva entregada por el cliente para la evaluación del prototipo ensayado (arancelado)

Además posee en su pag web un link que le permite obtener el listado de productos resistentes al fuego clasificados que se va actualizando periódicamente, donde se caracteriza el producto y se indica el fabricante con el contacto correspondiente:

<http://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/puertas-resistentes.pdf>

Por consultas/comentarios: geral@inti.gob.ar